

**OS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE AR DOS
MOTORES A QUATRO TEMPOS**

A quantidade de ar utilizada por um motor de combustão interna depende, fundamentalmente, do regime, cilindrada e tipo de motor (atmosférico ou sobrealimentado), mas representa sempre um volume bastante grande pelo que é fundamental que se encontre livre de poeiras.

As poeiras provocam um desgaste acentuado dos motores, especialmente ao nível dos cilindros, chumaceiras, válvulas e suas guias e nos motores sobrealimentados nas chumaceiras do veio das turbinas.

A utilização dos equipamentos agrícolas em determinadas situações, nomeadamente nas lavouras e colheita de cereais, aumenta muito a concentração de poeira no ar e, conseqüentemente, os riscos de deterioração do motor, pelo que é necessário redobrar os cuidados a ter com os sistemas de limpeza do ar.

Para além dos aspetos relacionados com os trabalhos agrícolas o tempo seco aumenta também a concentração de poeiras na atmosfera.

Constituição do sistema de alimentação de ar dos motores atmosféricos:

- filtros de ar;
- colector de admissão.

Características a que devem obedecer os filtros de ar:

- ter um nível de filtração de 2 - 5 μm , conforme a aplicação;
- ter uma elevada duração e periodicidade de manutenção;
- apresentarem perdas de carga o mais baixas possível.

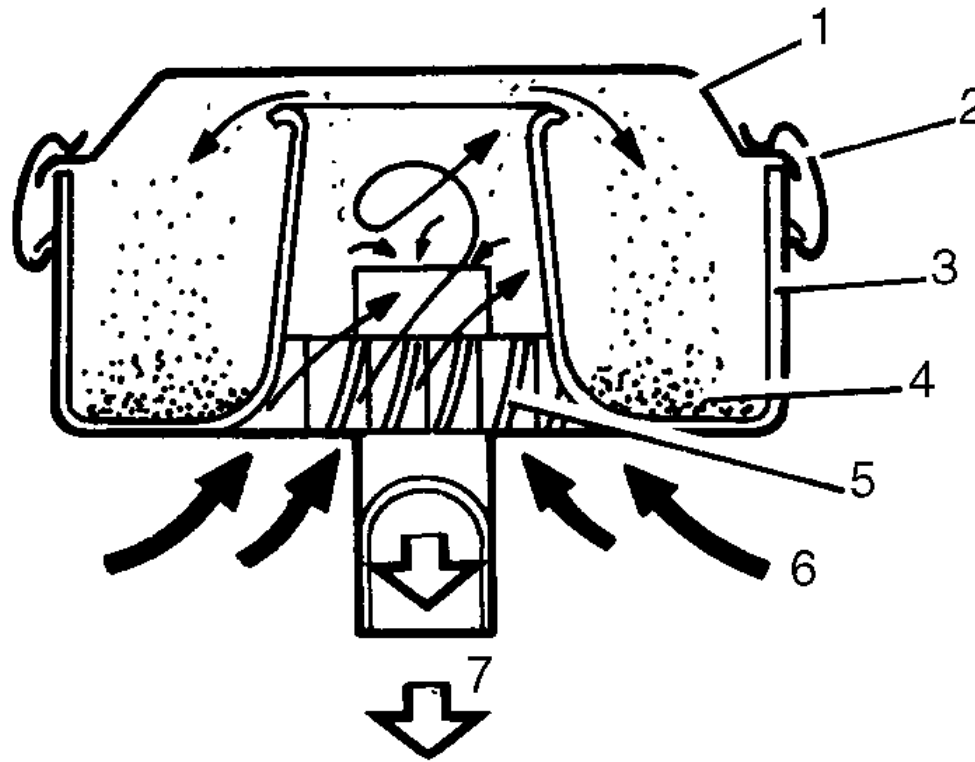
Tipos de filtros:

- pré-filtro;
- filtros de ar em banho de óleo;
- filtros de cartucho.

Pré-filtros

Os pré-filtros têm palhetas em torno do tubo de aspiração, que **conferem ao ar uma trajetória circular**, que faz com que este seja centrifugado, o que permite a deposição das partículas de maior dimensão.

A eficácia do pré-filtro depende da velocidade do ar, ou seja, do débito aspirado.



Representação de um pré-filtro centrífugo.

**1- Tampa 2- Grampos 3- Taça 4- Poeiras 5- Palhetas 6- Entrada de ar
7- Saída do ar**

Pré-filtros (cont)

Cuidados com os pré-filtros:

- **limpeza frequente do "copo" do pré-filtro** (se existente) ou do "chapéu" exterior de entrada; **os pré-filtros mais recentes encontram-se ligados por uma conduta ao coletor de escape o que faz com que as poeiras sejam aspiradas e expulsas com os gases de escape.**

Não se deve soprar nos tubos do pré-filtro, sem os filtros principais estarem montados, pois as poeiras podem ir diretamente para os cilindros.

Filtros de ar em banho de óleo

Utilizam-se principalmente nos **tratores de média potência**.

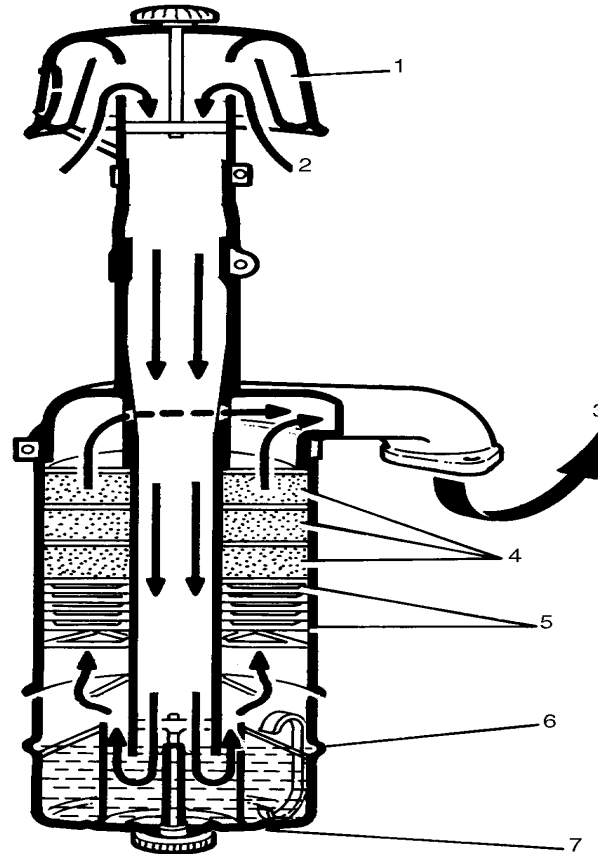
Este tipo de filtros são tanto mais eficazes quanto maior for a velocidade do ar na condução de aspiração, pelo que **são mais utilizados em motores que funcionam a regimes constantes**; nos baixos regimes o rendimento é baixo podendo, ao **"ralenti"**, descer até aos **97%**. Ao **regime nominal**, o seu rendimento de **99%**.

Filtros de ar em banho de óleo (cont)

Constituição e funcionamento

Os filtros de ar em banho de óleo apresentam um tubo de aspiração, precedido por um pré-filtro, que conduz o ar para uma taça com óleo onde as impurezas se precipitam.

Depois de **liberto das poeiras de maior dimensão no pré-filtro** e na **taça de óleo**, o ar é conduzido através de uma rede de filtração, colocada em torno do tubo de aspiração, que retém as partículas ainda existentes, e só depois chega ao coletor de admissão.



Corte esquemático de um filtro de ar em banho de óleo de um trator.
1- Pré-filtro 2- Entrada de ar 3- Saída do ar filtrado 4- Elementos filtrantes
5- Membranas filtrantes 6- Marca do nível de óleo 7- Tina de óleo

Filtros de ar em banho de óleo.

Principais vantagens:

- fácil manutenção;
- duração praticamente ilimitada (baixo custo);
- provocarem baixas perdas de carga (15 g/cm²).

Principais inconvenientes:

- baixo nível de filtração;
- ter que ser montado na vertical;
- impossibilidade de serem utilizados em motores sobrealimentados, pois o óleo pode ser aspirado;
- o trator não poder trabalhar em zonas inclinadas, pois o óleo pode ser aspirado e queimado sem controlo (nos motores de ciclo Diesel a regulação do regime não é feita ao nível da admissão do ar).

Filtros de ar em banho de óleo (cont)

Cuidados de manutenção:

- limpeza da tina de óleo situada na base do filtro, colocando-se óleo novo até ao nível aí indicado;
- limpeza da rede metálica filtrante.

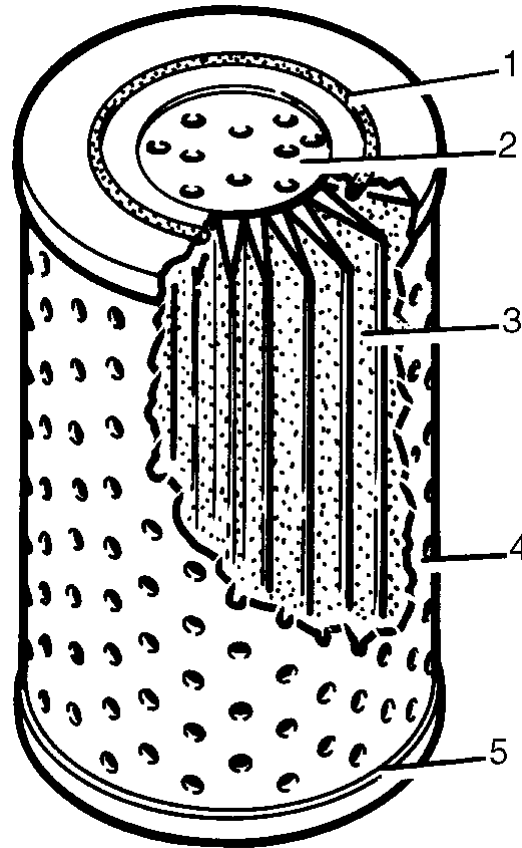
Filtros de cartucho

Os filtros de cartucho são o tipo de filtros mais utilizados nos motores de ciclo Diesel, pois são eficazes mesmo em atmosferas carregadas de poeiras e em qualquer regime do motor.

Constituição e funcionamento:

São constituídos por uma caixa cilíndrica fabricada em chapa de aço e um elemento de filtro de papel constituído por duas armaduras metálicas perfuradas, no meio das quais se encontra o elemento filtrante propriamente dito.

Nos topos tem duas chapas circulares, tendo uma delas um orifício circular para deixar passar o ar.



Esquema de um elemento de filtro de papel.

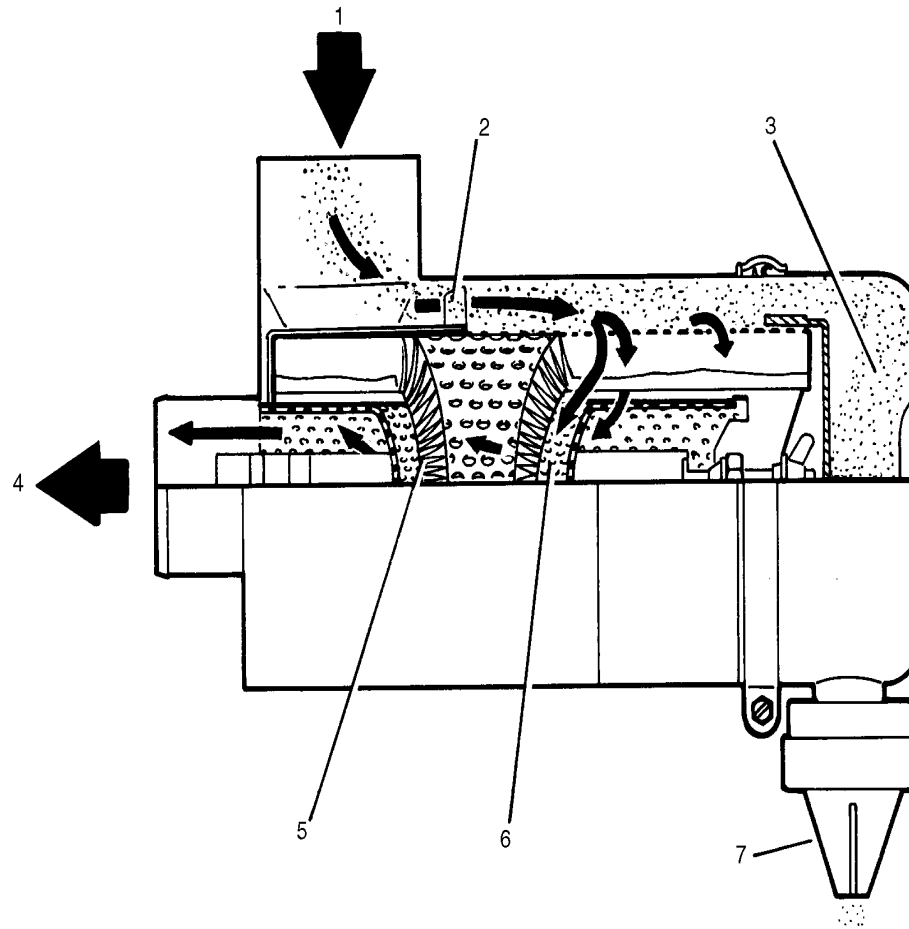
1- Junta 2- Armadura interior 3- Elemento de filtro de papel

4- Armadura exterior 5- Tampa

Filtros de cartucho (cont)

O papel filtrante, constituído por um conjunto de **fibras de celulose** com 4 - 10 μm de diâmetro, é **disposto em harmónio** por forma a aumentar a área de contacto com o ar; a espessura do papel varia entre os 200 μm e 1 mm, conforme se pretenda uma menor perda de carga ou maior resistência, sendo reforçado por impregnação em resina.

A entrada de ar faz-se pela periferia do elemento filtrante, saindo por um tubo central; este circuito é inverso aos dos filtros de ar em banho de óleo.



Esquema de um filtro de ar do tipo seco com um pré-filtro

- 1- Entrada de ar 2- Palhetas periféricas 3- Cuba para retenção das poeiras maiores 4- Saída de ar 5- Elemento filtrante primário 6- Elemento filtrante secundário 7- Válvula para saída das poeiras**

Filtros de ar de cartucho (cont)

Vantagens

A principal vantagem deste tipo de filtros relativamente aos em banho de óleo é a sua eficácia que é superior a 99.5%, sendo de 99% para as partículas inferiores a 2 μm ; a eficácia dos filtros de cartucho não depende do regime motor.

Cuidados de manutenção

Relativamente aos cuidados de manutenção estes elementos **devem ser limpos utilizando uma corrente de ar de intensidade moderada e no sentido de dentro para fora, contrário ao sentido do deslocamento do ar aspirado**, devendo-se proceder à sua substituição quando já não for possível limpá-lo convenientemente da forma descrita.

O coletor de admissão

A entrada de ar para o interior dos motores com vários cilindros agrupam-se numa única conduta, que se designa por coletor de admissão, na extremidade do qual se encontra o filtro de ar; **esta disposição permite que apenas um filtro seja suficiente para alimentação de todos os cilindros**; o desenho do coletor de admissão deve, **à entrada dos cilindros, conferir ao ar um movimento turbilhonar.**

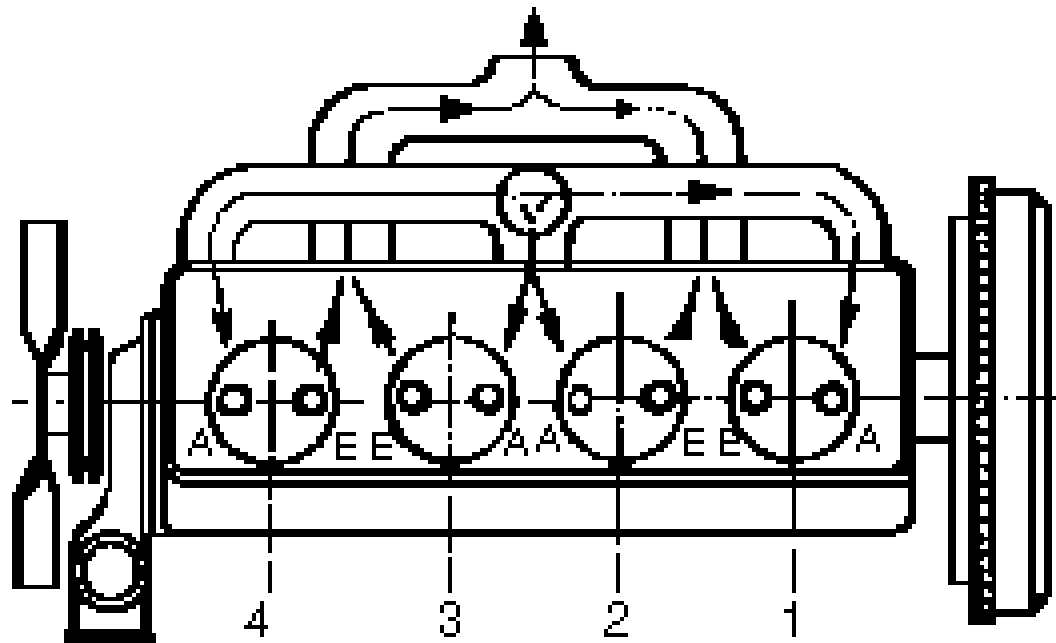
A distribuição das válvulas de admissão e as de escape é feita por forma a alternar as condutas de admissão com as de escape, obtendo-se, assim, o aquecimento do ar de admissão antes da sua introdução no cilindro, o que facilita a combustão, pois aquele atinge uma temperatura mais alta no fim da compressão.

O coletor de admissão (cont)

Os sistemas multiválvulas são utilizados especialmente nos motores de ciclo Otto para melhorar a "respiração" do motor, com o consequente aumento da potência.

Nos motores Diesel há menos interesse em melhorar o sistema de admissão do ar pois os regimes são mais baixos.

A utilização dos sistemas multiválvulas permite a melhoria da queima do combustível o que torna os motores mais limpos.



Esquema dos coletores de admissão e escape de um motor de quatro cilindros

A- Válvulas de admissão E- Válvulas de escape

1, 2, 3, 4- Número dos cilindros

A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel

A utilização de sistemas de sobrealimentação nos motores de combustão interna deve-se ao facto da taxa de enchimento dos cilindros, provocada pela depressão criada pelo movimento do êmbolo do seu ponto morto superior (PMS) para o ponto morto inferior (PMI), não representar mais que **80 - 90% da cilindrada unitária**.

Nos motores atmosféricos a abertura e fecho das válvulas de admissão conduzem à formação de ondas de pressão que provocam um ligeiro acréscimo destas no coletor de admissão o que dificulta a entrada de ar para os cilindros.

A sobrealimentação é **especialmente importante nos motores Diesel** pois aumentando-se a pressão e temperatura no interior dos cilindros diminui-se o risco da detonação; a aplicação **nos motores a gasolina aumenta este risco**.

A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel (cont)

Os turbocompressores

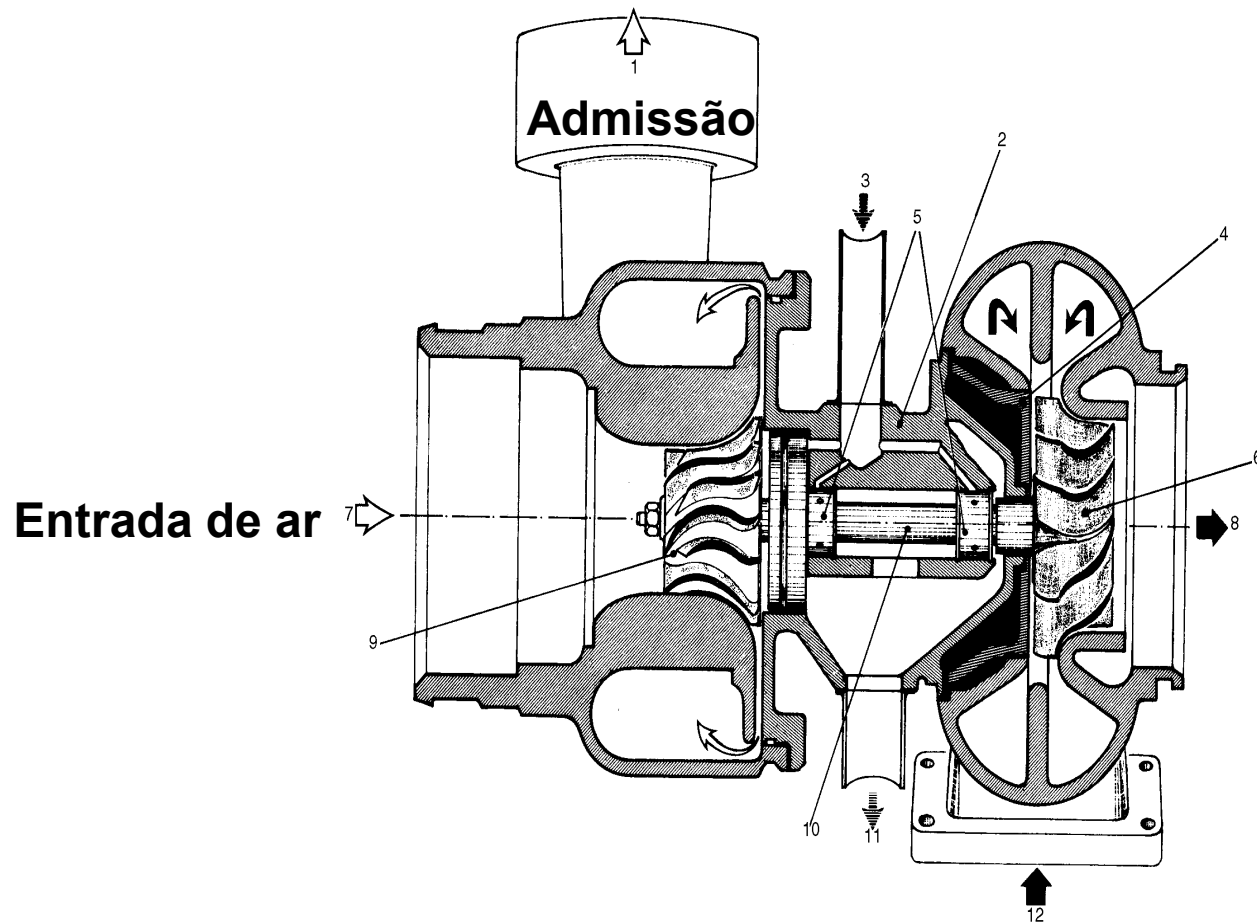
O turbocompressor é, como o nome indica, um compressor com duas turbinas:

- **turbina de escape**, que é acionada pelos gases de escape, funcionando assim como elemento motor;
- **turbina de admissão**, que funciona como uma bomba, ou seja, provoca a aspiração do ar que é depois conduzido, sob pressão, através do coletor de admissão para os cilindros.

A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel (cont)

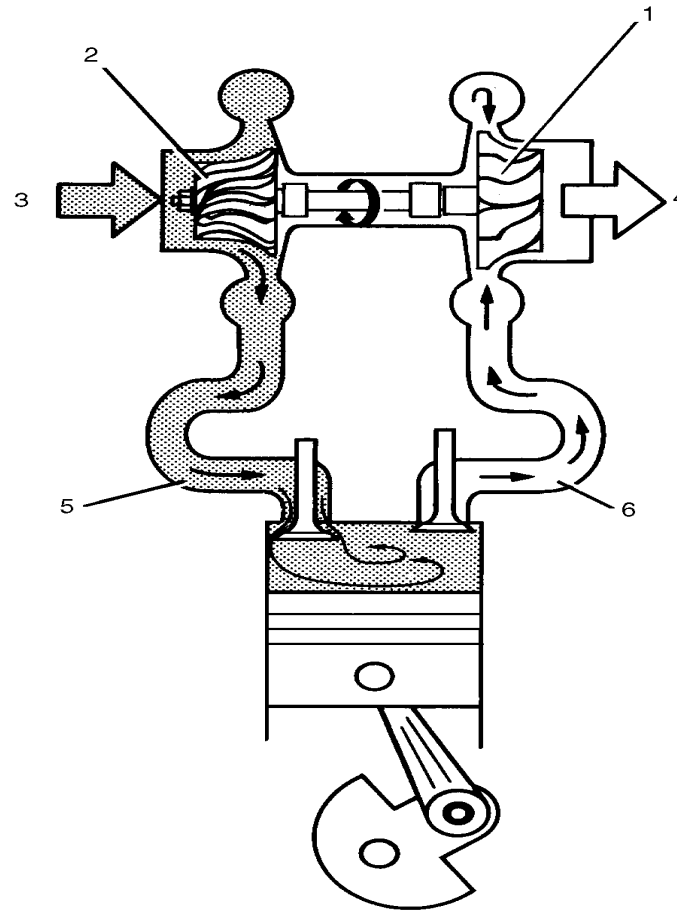
Constituição de um turbocompressor

- conduta de escape;**
- turbina de escape;**
- conduta de admissão;**
- turbina de admissão;**
- corpo do compressor.**



Constituição de um turbocompressor

1- Saída do ar sob pressão para os cilindros 2- Carter 3- Óleo sob pressão 4- Deflector térmico 5- Chumaceiras 6- Turbina principal 7- Entrada de ar 8- Saída dos gases de escape 9- Turbina secundária 10- Veio de ligação das duas turbinas 11- Retorno de óleo para o carter motor 12- Entrada dos gases de escape



Princípio de funcionamento de um turbocompressor

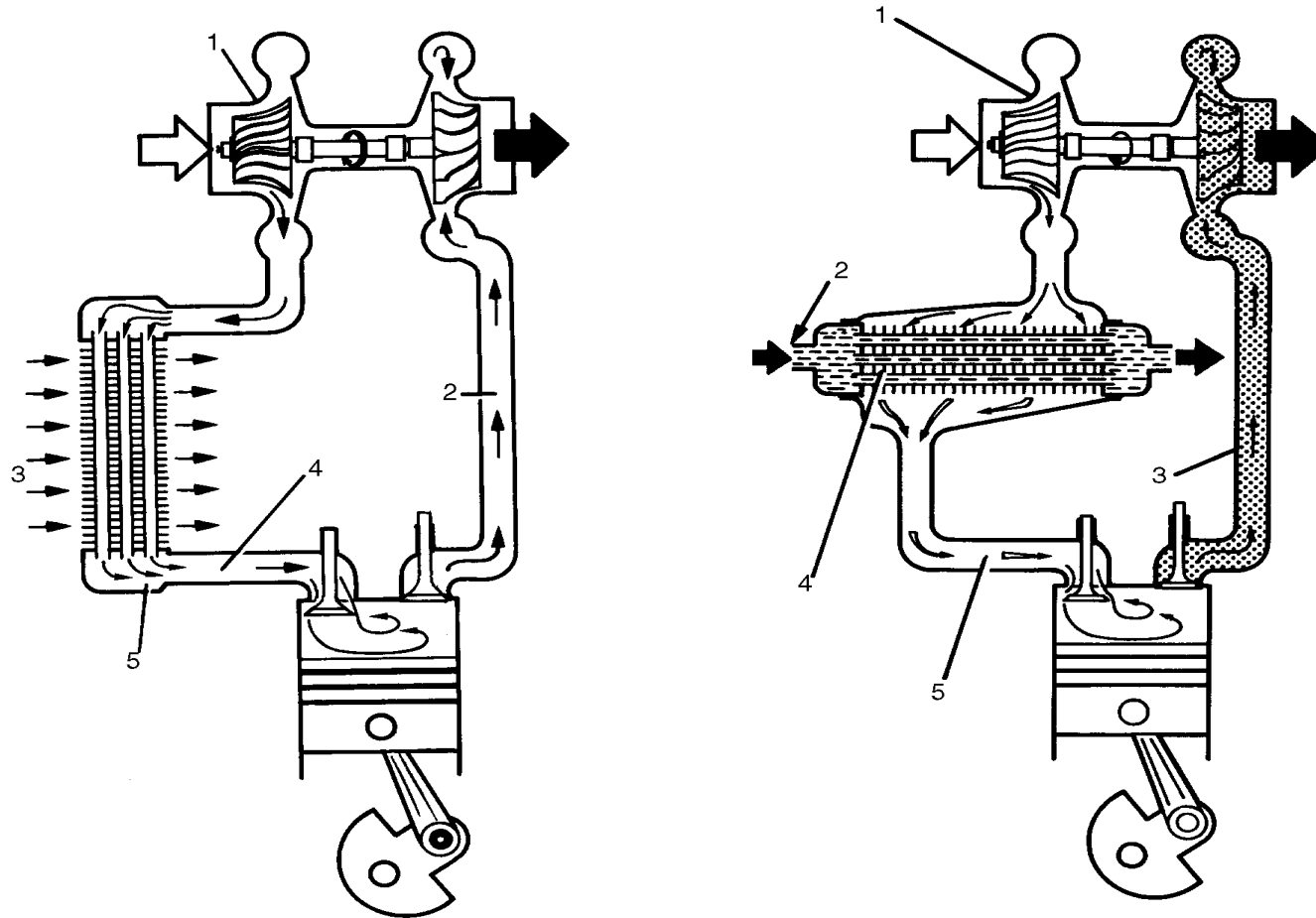
1- Turbina de escape 2- Turbina de admissão 3- Entrada de ar 4- Gases de escape 5- Conduto de admissão 6- Conduto de escape

A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel (cont)

O aumento de temperatura resultante do funcionamento dos turbocompressores, faz com que o ar aspirado possa atingir valores de 100-150 °C, o que faz com que a sua densidade (massa) diminua, diminuindo também o seu rendimento.

Para minimizar os efeitos resultantes do aumento de temperatura a sobrealimentação de ar pode ser efetuada utilizando um turbo-compressor associado a um permutador de ar - ar ou ar - água.

Esta associação, que permite baixar a temperatura de 150 para 70 °C, é designada por "intercooler".



Representação de um permutador **ar - ar (A)** e **ar - água (B)**

A: 1- Turbocompressor 2- Gases de escape 3- Passagem de ar
4- Admissão de ar 5- Radiador

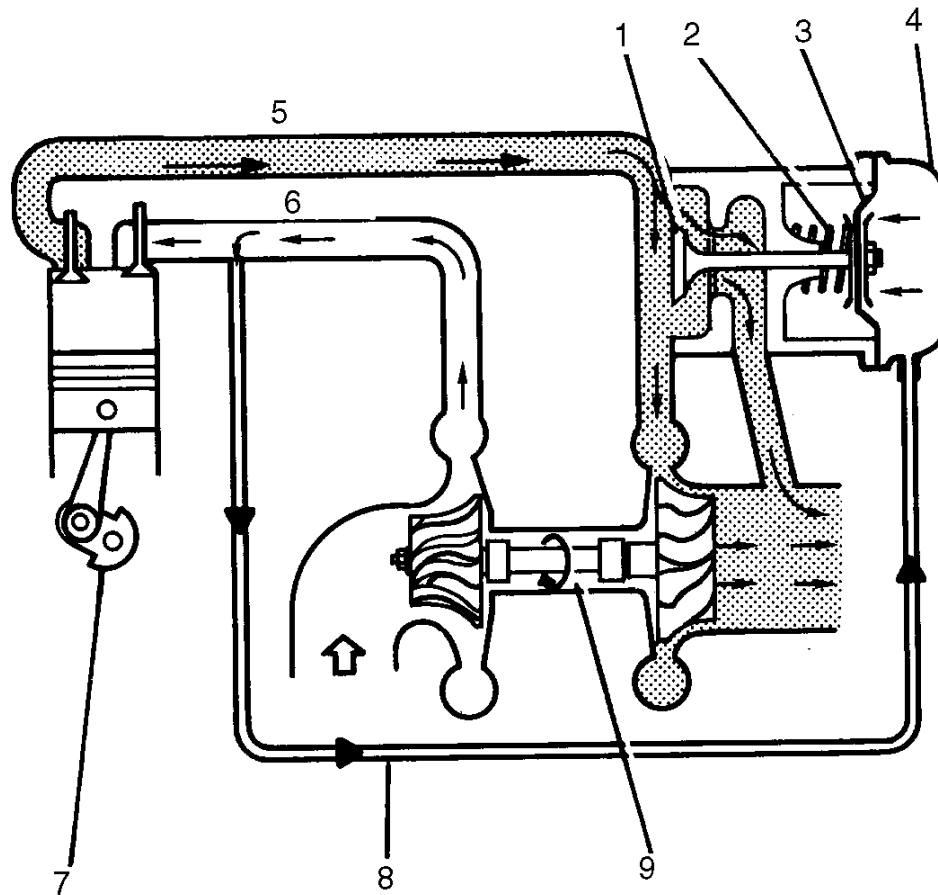
B: 1- Turbocompressor 2- Entrada de água do circuito de refrigeração
3- Gases de escape 4- Permutador ar - água 5- Admissão

A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel (cont)

Regulação do débito de ar nos turbocompressores

A regulação dos turbocompressores é feita por uma válvula comandada por um diafragma que se encontra à entrada da conduta de escape.

Nestes sistemas, quando o motor está parado, a válvula encontra-se fechada por uma mola, sendo a sua abertura regulada em função da pressão de admissão do motor que, atuando num diafragma, provoca a abertura daquela; quando a válvula se abre parte dos gases de escape não passam pela turbina pelo que o seu regime diminui.



Sistema representando a regulação da pressão de sobrealimentação
1- Válvula 2- Mola 3- Diafragma 4- Regulador 5- Gases de escape
6- Admissão 7- Motor 8- Conduta de comando 9- Turbocompressor

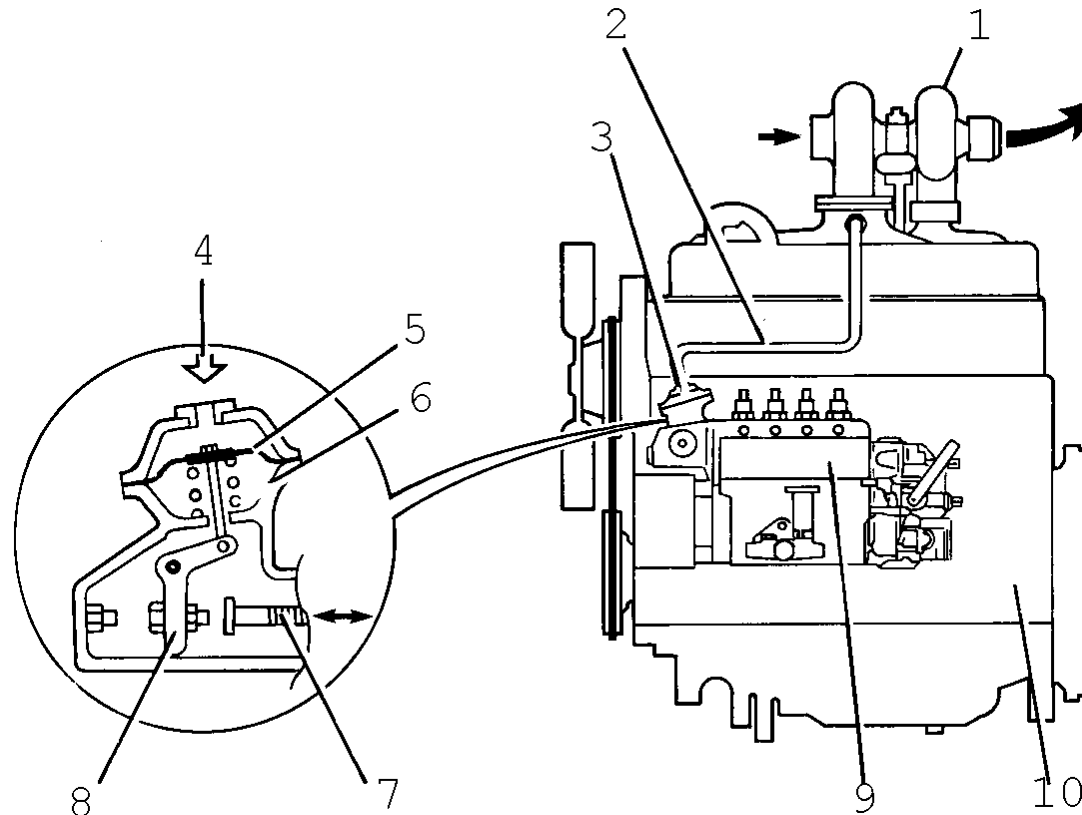
A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel (cont)

Regulação do débito de combustível nos motores sobrealimentados

O aumento do volume de ar introduzido nos cilindros implica uma adaptação, por parte da bomba injetora, da quantidade de combustível injetado, pelo que estas devem estar equipadas com um regulador de débito.

Este regulador, designado por LDA, é um dispositivo acionado pela pressão de sobrealimentação do turbo, que regula constantemente a posição da haste da cremalheira da bomba de injeção por forma a ter-se um volume de combustível adequado.

Esta regulação é especialmente importante nos baixos regimes onde se obtém uma redução importante dos fumos de escape.



Representação de um sistema de correção de débito de combustível num motor sobrealimentado.

**1- Turbocompressor 2- Conduta de comando 3- Regulador de débito
4- Pressão de sobrealimentação 5- Membrana 6- Mola 7- Cremalheira de dosagem 8- Batente móvel 9- Bomba de injeção em linha 10- Motor**

A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel (cont)

O regulador apresentado no diapositivo anterior é constituído por uma mola e uma membrana deformável ligada a um batente; a membrana, na sua parte inferior, é sujeita à tensão da mola e, na face superior, à pressão de sobrealimentação, resultante da ligação do regulador ao coletor de admissão do motor.

A sobrealimentação dos motores de ciclo Diesel (cont)

Quando a pressão de sobrealimentação é pequena a mola encontra-se distendida e o batente afastado da cremalheira de dosagem, pelo que o débito máximo corresponde à de um motor atmosférico; à medida que a pressão de sobrealimentação, resultante da variação do regime e carga do motor aumenta, a membrana faz rodar o batente que desloca a cremalheira, ajustando assim o débito de combustível à quantidade de ar admitida.

Videos

(SisAliAr)

Departamento de Agronomia

Pasta Videos:

[Videos DcE](#)

[Videos DcF](#)